УДК 631.8:633.112.9: 631.445.124

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ЯРОВУЮ ПШЕНИЦУ НА АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ

Н.Н. Цыбулько[1], А.В. Шашко[2]

[1]Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь
[2]Институт радиологии, г. Гомель, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

На территории Белорусского Полесья в составе сельскохозяйственных земель около 0,7 млн га занимают осушенные торфяно-болотные почвы [1]. Вследствие длительного интенсивного сельскохозяйственного использования возникла проблема трансформации агроландшафтов с органогенными торфяно-болотными почвами. В структуре почвенного покрова мелиорированных земель появились новые разновидности торфяных почв с уменьшающимся содержанием органического вещества. В результате эти земли стали представлять собой сложные почвенные комбинации, различающиеся водно-воздушным режимом, содержанием органического вещества и другими свойствами [2, 3]. На месте торфяно-болотных почв образовались антропогенно-преобразованные торфяные почвы, включающие деградированные торфяно-минеральные, минеральные остаточно-торфяные и минеральные постторфяные почвы, которые согласно классификации отнесены к дегроторфяным разной степени минерализации [4, 5].

В настоящее время площади антропогенно-преобразованных торфяных почв составляют около 200 тыс. га, вперспективе могут достигнуть 350 тыс. га и более [6, 7]. По уровню содержания органического вещества, водно-физическим и агрохимическим свойствам эти почвы значительно отличаются как от торфяных, так и от минеральных почв [8, 9].

За последние годы проведен целый ряд исследований, в которых изучались диагностические признаки, свойства и плодородие антропогенно-преобразованных торфяных почв, режимы минерального питания сельскохозяйственных культур на этих почвах [10–13].

Цель исследований – изучить эффективность разных доз азотных и калийных удобрений при возделывании яровой пшеницы на антропогенно-преобразованной торфяной почве.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили в 2012–2014 гг. в стационарных полевых опытах на территории землепользования государственного предприятия «Новое Полесье» Лунинецкого района Брестской области. Объектом исследования являлась антропогенно-преобразованная торфяная почва.Агрохимические показатели пахотного (0–25 см) слоя почвы следующие (средние значения): органическое вещест-

во – 60,4 %, $N_{общ}$ – 1,71 %, pH в KCl – 5,44; подвижные формы (в 0,2 М HCl) P_2O_5 – 748 и K_2O – 625 мг/кг почвы.

В опыте возделывали яровую пшеницу сорта Ростань. Схема опыта включала следующие варианты (дозы удобрений в кг/га действующего вещества):

1. Контроль (без удобрений);
2. $P_{60}K_{80}$;
3. $P_{60}K_{120}$;
4. $P_{60}K_{160}$;
5. $P_{60}K_{120}$ + N_{60} – перед посевом;
6. $P_{60}K_{120}$ + N_{60} – перед посевом + N_{30} – в начале фазы выхода в трубку (первый узел стебля);
7. $P_{60}K_{120}$+N_{60} – перед посевом + N_{60} – в начале фазы выхода в трубку (первый узел стебля);
8. $P_{60}K_{120}$+N_{60} – перед посевом + N_{30} + Cu_{200} + регуляторы роста растений – в начале фазы выхода в трубку (первый узел стебля) + N_{30} – в начале фазы колошения.

Технология возделывания культуры соответствовала принятому отраслевому регламенту [14]. Обработка почвы включала зяблевую вспашку, культивацию в два следа с боронованием, предпосевную культивацию с прикатыванием агрегатом АКШ–7,2.

Фосфорные в форме суперфосфата аммонизированного и калийные в форме калия хлористого удобрения вносили перед посевом яровой пшеницы. Азотные удобрения применяли в форме карбамида в основное внесение и в подкормку в начале фазы колошения, в форме смеси растворов мочевины и аммиачной селитры (КАС) – в подкормку в начале фазы выхода в трубку. Медьсодержащее удобрение в форме сульфата меди в дозе 200 г/га и регуляторы роста растений (терпал в дозе 2 л/га и экосил в дозе 100 мл/га) применяли совместно с азотными удобрениями при подкормке в фазу выхода в трубку.

Размещение делянок в опыте рендомизированное. Общая площадь делянки 29 м^2, учетная площадь – 24 м^2. Повторность вариантов в опыте четырехкратная. Уборку культуры проводили вручную, поделяночно.

Агрохимические показатели почв определяли по методикам: органическое вещество – по Тюрину в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26212–91 [15]; pH_{KCl} – потенциометрическим методом по ГОСТ 26483–85 [16]; подвижные формы фосфора и калия – по ГОСТ 26207–91 [17]; общий азот – по ГОСТ 26107–84 [18].

Полученные данные обрабатывали методами корреляционно-регрессионного и дисперсионного анализа [19] с использованием компьютерного программного обеспечения (Excel 7.0, Statistic 7.0).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

За годы исследований (2012–2014 гг.) метеорологические условия вегетационных периодов (апрель–август) различались. По степени увлажнения 2012 и 2014 годы характеризовались как влажные – ГТК составили соответственно 1,66 и 2,02, а 2013 год был слабозасушливым – ГТК равен 1,16.

Продуктивность яровой пшеницы существенно различалась по годам исследований. В 2012 г. она колебалась по вариантам опыта от 22,8 до 46,9 ц/га, в 2013 г. – от 20,6 до 36,1 ц/га и в 2014 г. – от 17,3 до 31,2 ц/га. Урожайность зерна в контрольном варианте (без удобрений) изменялась по годам от 17,3 до 22,8 ц/га (табл. 1).

В 2012 году, при содержании в антропогенно-преобразованной торфяной почве P_2O_5 и K_2O соответственно 743 и 598 мг/кг, применение фосфорных и калийных удобрений в дозах $P_{60}K_{80}$ обеспечило прибавку зерна по отношению к контролю 5,7 ц/га. При внесении более высоких доз калия (K_{120} и K_{160}) получены прибавки соответственно 8,1 и 9,7 ц/га, но они были несущественными по отношению к варианту $P_{60}K_{80}$.

Таблица 1

Влияние разных доз азотных и калийных удобрений на продуктивность яровой пшеницы

Вариант опыта	2012 г.			2013 г.			2014 г.		
	Урожайность, ц/га	Прибавка зерна, ц/га		Урожайность, ц/га	Прибавка зерна, ц/га		Урожайность, ц/га	Прибавка зерна, ц/га	
		к контролю	к фону $P_{60}K_{120}$		к контролю	к фону $P_{60}K_{120}$		к контролю	к фону $P_{60}K_{120}$
1. Контроль	–	–	–	20,6	–	–	16,1	–	–
2. $P_{60}K_{80}$	28,5	5,7	–	24,4	3,8	–	20,6	4,5	–
3. $P_{60}K_{120}$	30,9	8,1	–	26,6	6,0	–	22,0	5,9	–
4. $P_{60}K_{160}$	32,5	9,7	–	27,4	6,8	–	22,5	6,4	–
5. $N_{60}P_{60}K_{120}$	40,3	17,5	9,4	30,3	9,7	3,7	25,0	8,9	3,0
6. $N_{90}P_{60}K_{120}$	42,6	19,8	11,7	32,7	12,1	6,1	27,8	11,7	5,8
7. $N_{120}P_{60}K_{120}$	43,3	20,5	12,4	32,8	12,2	6,2	28,2	12,1	6,2
8. $N_{120}P_{60}K_{120}$ + Cu_{200} + РР	46,9	24,1	16,0	36,1	15,5	9,5	31,2	15,1	9,2
$НСР_{05}$	4,58	–	–	2,10	–	–	2,63	–	–

В варианте с предпосевным внесением под яровую пшеницу азотных удобрений в дозе 60 кг/га на фоне $P_{60}K_{120}$ сформирована урожайность зерна 40,3 ц/га. Прибавка по отношению к контролю составила 17,5 ц/га и к фосфорно-калийному фону – 9,4 ц/га. Дополнительная азотная подкормка посевов дозой 30 кг/га действующего вещества (вариант 6) в фазу выхода в трубку не способствовала существенному увеличению урожайности яровой пшеницы по отношению к варианту 5 с предпосевным внесением N_{60}. Прибавка зерна составила 2,3 ц/га при $НСР_{05}$ 4,58 ц/га. Также не привело к достоверному росту урожайности увеличение дозы азотной подкормки в фазу выхода в трубку до 60 кг/га (вариант 7).

В то же время дробное применение N_{120} (N_{60} перед посевом + N_{30} в фазу выхода в трубку + N_{30} в фазу колошения) совместно с медьсодержащим удобрением (Cu_{200}) и регуляторами роста растений обеспечило существенную (6,6 ц/га) прибавку зерна по отношению к варианту, где вносили перед посевом 60 кг/га азота удобрений.

В 2013 г. общая продуктивность яровой пшеницы была ниже, чем в предыдущем 2012 г., а также меньшими были прибавки зерна от применения минеральных удобрений.

В контрольном варианте урожайность зерна пшеницы составила 20,6 ц/га. При внесении фосфорных и калийных удобрений в дозах соответственно 60 и 80 кг/га действующего вещества получена достоверная прибавка зерна по отношению к контролю, составившая 3,8 ц/га при $НСР_{05}$ = 2,10 ц/га.

Применение дозы калия 120 кг/га (вариант 3) обеспечило существенное увеличение урожайности по отношению к варианту $Р_{60}К_{80}$, тогда как более высокая его доза ($К_{160}$) не привела к достоверному повышению прибавки зерна яровой пшеницы.

Прибавки урожайности от азотных удобрений в засушливом (ГТК = 1,16) 2013 г. были на 40–60 % ниже, чем в 2012 г. Предпосевное внесение под яровую пшеницу N_{60} на фоне $Р_{60}К_{120}$ обеспечило урожайность зерна 30,3 ц/га, а прибавку к фосфорно-калийному фону – 3,7 ц/га. Дополнительная азотная подкормка посевов дозой N_{30} (вариант 6) в фазу выхода в трубку растений достоверно увеличила урожайность по отношению к варианту с предпосевным внесением N_{60}. Азотная подкормка посевов в эту фазу в дозе 60 кг/га (вариант 7) не обеспечила существенного увеличения урожайности по сравнению с дробным внесением N_{90}.

Наиболее высокая урожайность яровой пшеницы, составившая 36,1 ц/га, получена в варианте с дробным применением N_{120} совместно с медьсодержащим удобрением и регуляторами роста растений. Прибавка зерна по отношению к фону РК составила 9,5 ц/га. Достоверной она также была по отношению к другим вариантам с азотными удобрениями.

В 2014 г. урожайность яровой пшеницы была наиболее низкой по сравнению с другими годами. В контроле она составила 16,1 ц/га. Фосфорные и калийные удобрения в дозах $Р_{60}К_{80}$ обеспечили прибавку зерна к контролю 4,5 ц/га. Применение более высоких доз калия (120 и 160 кг/га) не привело к существенному увеличению урожайности.

При внесении разных доз азотных удобрений прибавки зерна к фону РК колебались от 3,0 до 6,2 ц/га. Варианты с дробным применением N_{90} и N_{120} не существенно различались между собой. Как и в предыдущие годы, наиболее высокая урожайность получена при совместном внесении азотных удобрений, медьсодержащего удобрения и регуляторов роста растений.

В среднем за 3 года исследований при содержании в антропогенно-преобразованной торфяной почве $Р_2О_5$ и $К_2О$ соответственно 743 и 598 мг/кг и урожайности яровой пшеницы в контрольном варианте 19,8 ц/га от применения фосфорных и калийных удобрений в дозах $Р_{60}К_{80}$ сформирована прибавка зерна 4,7 ц/га. При внесении более высоких доз калийных удобрений 120 и 160 кг/га д. в. получены прибавки соответственно 6,7 и 7,7 ц/га (табл. 2).

Применение перед посевом яровой пшеницы азотных удобрений в дозе 60 кг/га на фоне $Р_{60}К_{120}$ обеспечило урожайность 31,9 ц/га и прибавку к фосфорно-калийному фону 5,4 ц/га. Азотная подкормка растений дозой N_{30} в фазу выхода в трубку несущественно увеличила урожайность по отношению к N_{60} в основное внесение. Прибавка зерна к этому варианту составила 2,5 ц/га при $НСР_{05}$ = 3,10 ц/га.Также не привело к достоверному росту урожайностиувеличение дозы азотной подкормки до 60 кг/га в фазу выхода в трубку.

Таблица 2

Влияние разных доз азотных и калийных удобрений на продуктивность яровой пшеницы и окупаемость минеральных удобрений прибавкой зерна, в среднем за 3 года исследований

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка зерна, ц/га		Окупаемость удобрений прибавкой зерна, кг		
		к контролю	к $P_{60}K_{120}$	PK	N	NPK
1. Контроль	19,8	–	–	–	–	–
2. $P_{60}K_{80}$	24,5	4,7	–	3,4	–	–
3. $P_{60}K_{120}$	26,5	6,7	–	3,7	–	–
4. $P_{60}K_{160}$	27,5	7,7	–	3,5	–	–
5. $N_{60}P_{60}K_{120}$	31,9	12,1	5,4	–	9,0	5,0
6. $N_{90}P_{60}K_{120}$	34,4	14,6	7,9	–	8,8	5,4
7. $N_{120}P_{60}K_{120}$	34,8	15,0	8,3	–	6,9	5,0
8. $N_{120}P_{60}K_{120}$ +Cu_{200} + PP	38,1	18,3	11,6	–	–	–
$НСР_{05}$	3,10	–	–	–	–	–

Самая высокая урожайность яровой пшеницы за 3 года исследований, составившая 38,1 ц/га, получена при дробном применении N_{120} (N_{60} перед посевом + N_{30} в фазу выхода в трубку р + N_{30} в фазу колошения) совместно с медьсодержащим удобрением (Cu_{200}) и регуляторами роста растений. Прибавка зерна к контролю составила 17,9 ц/га, к фосфорно-калийному фону – 11,6 ц/га. В этом варианте наблюдалось и наиболее низкое накопление ^{137}Cs в зерне.

В среднем по Беларуси норматив окупаемости минеральных удобрений прибавкой урожая зерновых культур на дерново-подзолистых почвах составляет 6,2 кг зерна на 1 кг NPK, в том числе прибавкой урожая яровой пшеницы – 6,0 кг зерна [20].

По результатам полевого опыта на антропогенно-преобразованной торфяной почве проведена оценка эффективности разных доз внесения минеральных удобрений при возделывании яровой. Установлено, что окупаемость фосфорных и калийных удобрений прибавкой урожая несущественно зависела от уровней применения калийных удобрений и колебалась в пределах 3,4–3,7 кг зерна. Эффективность азотных удобрений определялась дозами внесения. Наблюдалось снижение окупаемости азотных удобрений с 9,0 кг зерна при дозе N_{60} до 6,9 кг зерна – при дозеN_{120}. Окупаемость полного (NPK) минерального удобрения по вариантам опыта изменялась в пределах 5,0–5,4 кг зерна. Наиболее эффективным оказался вариант с применением $N_{120}P_{60}K_{120}$ совместно с медьсодержащим удобрением (Cu_{200}) и регуляторами роста растений. Окупаемость средств химизации составила 6,1 кг зерна.

Основным принципом оценки экономической эффективности удобрений является сопоставление стоимости прироста урожая с дополнительными затратами на его получение. Исходя из этого, на основе данных стоимости прибавки урожая, действующих закупочных цен на зерно и производственных затрат на возделывание яровой пшеницы, проведены расчеты экономической эффективности применения минеральных удобрений под данную культуру [21].

Производственные затраты, включающие эксплуатационные затраты, стоимость семян, удобрений и пестицидов, затраты на уборку, транспортировку и

доработку дополнительной продукции, колебались по вариантам опыта в зависимости от доз применения минеральных удобрений от 371,73 до 773,18 руб. на 1 га (от 187,4 до 389,7 долларов США) (табл. 3).

Таблица 3

Производственные затраты на возделывание яровой пшеницы, в среднем за 3 года исследований

Вариант опыта	Производственные затраты всего, рублей на 1га	В том числе, рублей на 1 га	
		затраты на удобрения и пестициды	затраты на уборку и доработку дополнительной продукции
1. Контроль	511,13	10,16	–
2. $P_{60}K_{80}$	633,76	104,41	28,38
3. $P_{60}K_{120}$	648,54	111,67	41,58
4. $P_{60}K_{160}$	661,17	119,04	48,18
5. $N_{60}P_{60}K_{120}$	704,54	181,87	77,22
6. $N_{90}P_{60}K_{120}$	733,69	216,87	93,72
7. $N_{120}P_{60}K_{120}$	738,19	251,87	96,36
8. $N_{120}P_{60}K_{120} + Cu_{200} + PP$	773,18	364,37	118,14

Курс доллара США 1,9839 рублей.

Удельный вес эксплуатационных затрат, включая все производственные затраты, в контрольном варианте составил 87 %, в вариантах с применением фосфорных и калийных удобрений – 69–73 и в вариантах с полным (NPK) минеральным удобрением – 4858 %.

Затраты на применение минеральных удобрений колебались в зависимости от их доз от 104,41 до 364,37 руб./га (от 52,6 до 183,7 долл. США/га). Удельный вес затрат на удобрения в производственных затратах варьировал от 16,5 до 47,1 %.

Затраты на производство (себестоимость) 1 т зерна снижались по мере повышения продуктивности яровой пшеницы с 258,15 руб. (130,1 доллара США) на контроле при урожайности 19,8 ц/га до 202,93 руб. (102,3 доллара США) в варианте 8 при урожайности 38,1 ц/га (рис. 1).

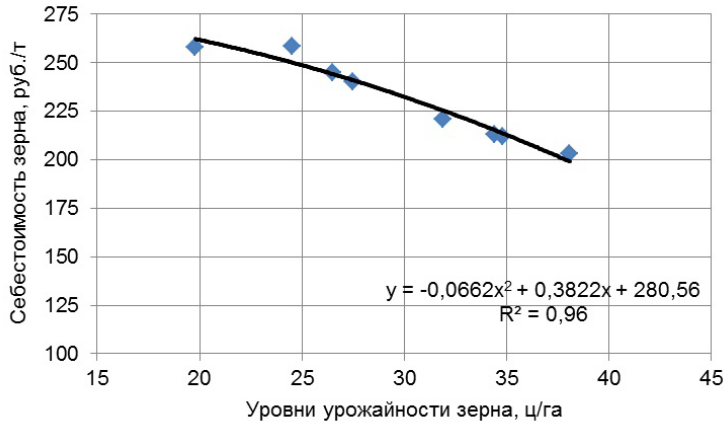

Рис.1. Зависимость себестоимости 1 т зерна от уровней урожайности яровой пшеницы

Цена зерна яровой пшеницы мягкой (ГОСТ 9353-90 с изменением № 1 BY, 2 BY) с массовой долей клейковины не менее 23 % (класс 3) согласно установленным предельным максимальным ценам на сельскохозяйственную продукцию (растениеводства) урожая 2017 г. составляет 303,58 руб. за 1 т.

Расчеты показали, что прибыль при производстве зерна яровой пшеницы существенно колеблется в зависимости от урожайности, обусловленной применением разных доз удобрений (табл. 4).

Таблица 4

Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы в зависимости от доз внесения минеральных удобрений

Вариант	Стоимость продукции	Производственные затраты	Прибыль	Рентабельность производства, %
	рублей на 1 га			
1. Контроль	601,09	511,13	89,96	17,6
2. $P_{60}K_{80}$	743,77	633,76	110,01	17,4
3. $P_{60}K_{120}$	804,49	648,54	155,95	24,0
4. $P_{60}K_{160}$	834,85	661,17	173,68	26,3
5. $N_{60}P_{60}K_{120}$	968,42	704,544	263,88	37,5
6. $N_{90}P_{60}K_{120}$	1044,32	733,694	310,63	42,3
7. $N_{120}P_{60}K_{120}$	1056,46	738,198	318,26	43,1
8. $N_{120}P_{60}K_{120}$ + Cu_{200} + РР	1156,64	773,18	383,46	49,6

Курс доллара США 1,9839 рублей.

В контроле (без удобрений) при урожайности зерна 19,8 ц/га прибыль составила 89,96 руб. на 1 га (45,3 долларов США), а рентабельность производства 17,6 %. В вариантах с применением фосфорных и калийных удобрений прибыль изменялась от 110,01 до 173,68 руб./га (от 55,5 до 87,5 долл./га). Рентабельность производства зерна возросла до 24,0–26,3 %.

Применение на фоне $P_{60}K_{120}$ азотных удобрений в дозах от 60 до 120 кг/га способствовало существенному повышению эффективности возделывания яровой пшеницы. Так, в варианте $N_{60}P_{60}K_{120}$ прибыль составила 263,88 руб./га (133,0 долл. США/га) при рентабельности производства зерна 37,5 %. При дробном внесении под яровую пшеницу на фоне $P_{60}K_{120}$ азотных удобрений в дозах 90 и 120 кг/га получена прибыль соответственно 310,63 и 318,26 руб. на 1 га (156,6 и 160,4 доллара США на 1 га) с уровнями рентабельности производства 42,3 и 43,1 %. Наиболее эффективным оказался вариант с применением $N_{120}P_{60}K_{120}$ совместно с медьсодержащим удобрением (Cu_{200}) и регуляторами роста растений. Прибыль составила 383,46 руб./га (193,3 долл. США/га) и рентабельность производства зерна 49,6 %.

Как показывают данные, приведенные на рис. 2, рентабельность возделывания яровой пшеницы определялась уровнем урожайности. При уровнях урожайности 20–25 ц/га рентабельность производства не превышала 20 %, при 25–30 ц/га она колеблется в пределах 23–30 % и при 35–40 ц/га – 43–50 %.

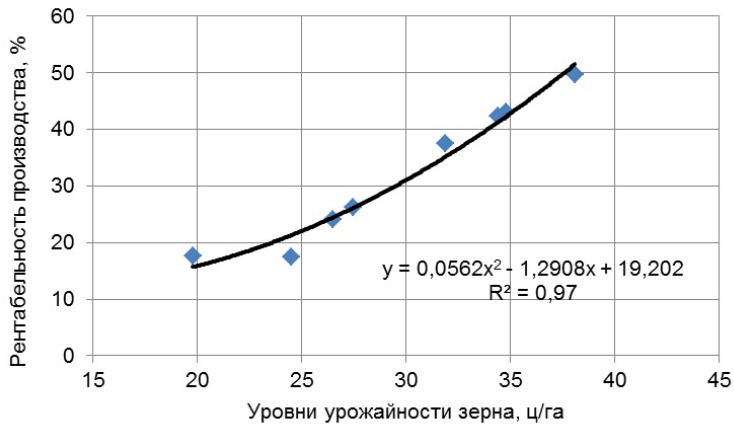

Рис. 2. Зависимость рентабельности производства зерна от уровней урожайности яровой пшеницы

ВЫВОДЫ

1. На антропогенно-преобразованной торфяной почве при содержании в ней подвижных соединений фосфора 740–750 и калия 600–650 мг/кг почвы оптимальными дозами фосфорных и калийных удобрений под яровую пшеницу являются $P_{60}K_{120}$. Увеличение дозы калия до 160 не способствует существенному росту урожайности зерна.

2. При запасах в ранневесенний период минерального азота в почве 90–100 кг/га наибольшую продуктивность яровой пшеницы 38,1 ц/га обеспечивает дробное внесение азота в дозе 120 кг/га на фоне $P_{60}K_{120}$ совместно с медьсодержащим удобрением Cu_{200} и регуляторами роста растений.

3. На яровой пшенице окупаемость фосфорных и калийных удобрений, внесенных в дозах $P_{60}K_{80–160}$, прибавка урожая несущественно зависит от уровней применения калия и колеблется в пределах 3,4–3,7 кг зерна. Окупаемость азотных удобрений определяется их дозами – наблюдается ее снижение с 9,0 кг зерна при дозе N_{60} до 6,9 кг зерна – при дозеN_{120}.

4. Затраты на производство (себестоимость) 1 т зерна снижаются по мере повышения продуктивности яровой пшеницы. При уровнях урожайности 20–25 ц/га рентабельность производства зерна не превышает 20 %, при 25–30 ц/га она колеблется в пределах 23–30 % и при 35–40 ц/га – 43–50 %.

5. При рентабельности производства зерна яровой пшеницы 24,0 % на фоне $P_{60}K_{120}$ предпосевное применение азотных удобрений в дозе 60 кг/га обеспечивает рентабельность 37,5 % и прибыль 263,88 руб./га (133,0 долл. США/га).

Дробное внесение N_{90} и N_{120} способствует существенному увеличению прибыли и рентабельности соответственно 310,63 и 318,26 руб. на 1 га (156,6 и 160,4 доллара США на 1 га) и 42,3 и 43,1 %. Наиболее эффективным под яровую пшеницу является применение $N_{120}P_{60}K_{120}$ совместно с медьсодержащим удобрением (Cu_{200}) и регуляторами роста растений, обеспечивая прибыль 383,46 руб./га (193,3 долл. США/га) и рентабельность производства зерна 49,6 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вахонин, Н.К.* Эколого-экономические аспекты эффективности мелиорации и сельскохозяйственного использования земель Полесья // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья: сб. докл. Междунар. науч. конф. (Минск, 14–17 сент. 2016 г.) в 2 т. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2016. – С. 26–31.

2. *Мееровский, А.С.* Сохранение и эффективное использование мелиорированных земель в Белорусском Полесье // Европейское Полесье – хозяйственная значимость и экологические риски: материалы Междунар. семинара, г. Пинск, 19–21 июня 2007 г. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: И.И. Лиштван [и др.]. – Минск: Минсктиппроект, 2007. – С. 37–39.

3. *Мееровский, А.С.* Проблемы использования и сохранения торфяных почв / А.С. Мееровский, В.П. Трибис // Новости науки и технологий. – 2012. – № 4(23). – С. 3–9.

4. Полевая диагностика почв Беларуси. Практическое пособие; под ред. Г.С. Цытрон. / Гос. ком. по имуществу Респ. Беларусь, Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Учебн. центр подгот., повышения квалификации и переподгот. кадров землеустроит. и картографогеодез. службы. – 2011. – 175 с.

5. *Цытрон, Г.С.* Антропогенно-преобразованные почвы Беларуси / Г.С. Цытрон. – Минск, 2004. – 124 с.

6. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие; под ред. Г.И. Кузнецова, Н.И. Смеяна. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.

7. Атлас почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / В.В. Лапа [и др.]; под общ. ред. В.В. Лапа, А.Ф. Черныша; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 170 с.

8. Пригодность почв Республики Беларусь для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур: рекомендации / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 64 с.

9. Эколого-экономическое обоснование мелиорации торфяно-болотных комплексов и технологии их рационального использования / под общ. ред. проф. Ю.А. Мажайского. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012. – 302 с.

10. Адаптивные системы комплексного применения удобрений, регуляторов роста и пестицидов при уходе за посевами зерновых культур на антропогенно-преобразованных торфяных почвах (рекомендации) / Мин. сельск. хоз. и прод. Респ. Беларусь, РУП «Научн.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т мелиорации», РУП «Ин-т защиты растений». – Минск, 2008. – 48 с.

11. *Семененко, Н.Н.* Экономическая эффективность комплексного применения средств интенсификации возделывания озимого тритикале на антропогенно-преобразованных торфяных почвах / Н.Н. Семененко // Мелиорация. – 2010. – № 2(64). – С. 123–128.

12. Применение биотехнологических мероприятий и средств интенсификации нового поколения при возделывании кукурузы наантропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья (методические рекомендации) / РУП «Ин-т мелиорации». – Минск, 2013. – 40 с.

13. Семененко, Н.Н. Торфяно-болотные почвы Полесья: трансформация и пути эффективного использования / Н.Н. Семененко. – Минск: Беларус. навука, 2015. – 282 с.

14. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / рук. разраб. Ф.И. Привалов [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 288 с.

15. Почвы. Определение органического вещества в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26212–91. – Введ. 1993.07.01. – Минск: Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.

16. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение pH по методу ЦИНАО: ГОСТ 26483–85. – Введ. 07.01.86. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1987. – 4 с.

17. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26207–91. – Введ. 07.01.93. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1992. – 6 с.

18. Почвы. Методы определения общего азота: ГОСТ 26107-84. – Введ. 07.01.85. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1985. – 6 с.

19. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

20. Справочник нормативных материалов для агрохимического окультуривания почв и эффективного использования удобрений / В.В. Лапа [и др.]. – Минск, Ин-т почвоведения и агрохимии, 2017. – 60 с.

21. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И.М. Богдевич [и др.] – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2010. – 24 с.

EFFICIENCY OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS FOR SPRING WHEAT ON ANTHROPOGENIC-TRANSFORMED PEAT SOIL

N.N. Tsybulka, A.V. Shashko

Summary

Anthropogenic-transformed peat soil has been used to study the effectiveness of different rates of nitrogen and potassium fertilizers in the cultivation of spring wheat. It was found that with the content of mobile compounds of phosphorus 740–750 and potassium 600–650 mg/kg in soil, the optimal rates of phosphorus and potassium fertilizers are $P_{60}K_{120}$. An increase in the rate of potassium to 160 does not contribute to a significant increase in the yield of grain. The greatest productivity of spring wheat is 38,1 centners per hectare. It is provided by fractional application of nitrogen at a rate of 120 kg, with reserves in the early spring period of mineral nitrogen in the soil of 90–100 kg/ha.

The cost of producing 1 ton of grain decreases as the productivity of spring wheat increases. At yield levels of 20–25 centners/ha, the profitability of grain production does not exceed 20 per cent, at 25–30 centners/ha it fluctuates within 23–30 per cent

and at 35–40 centners/ha 43–50 per cent. With a profitability of grain production of 24,0 % against $P_{60}K_{120}$, presowing application of nitrogen fertilizers at a dose of 60 kg/ha provides a profitability of,.5 % and a profit of 263,88 rubles/ha (133,0 $/ha). The fractional introduction of N_{90} and N_{120} contributes to a significant increase in profits, respectively, 310,63 and 318,26 rubles per 1 ha (156,6 and 160,4 us dollars per 1 ha) with profitability levels of 42,3 and 43 %. The most effective for spring wheat is the use of $N_{120}P_{60}K_{120}$ in conjunction with copper-containing fertilizer (Cu_{200}) and plant growth regulators, providing a profit of 383,46 rubles per 1 ha (193,3 $/ha) and a profitability of grain production of 49,6 %.

Поступила 22.03.18

УДК 631.862:632.15:631.445.2

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАГРУЗОК ЖИДКОГО НАВОЗА КРС И СВИНЫХ НАВОЗНЫХ СТОКОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Е.Н. Богатырева, Т.М. Серая, А.В. Юхновец, Т.М. Кирдун, М.М. Торчило

Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Почва, обладая многофункциональными свойствами, является наиболее важным и уникальным компонентом агробиоценоза, определяющим его продуктивность и устойчивое развитие в условиях научно обоснованной системы ведения сельскохозяйственного производства. Учитывая тот фактор, что почва играет огромную роль в регулировании экологических функций, обуславливающих устойчивость агроценозов и биосферы в целом, проблема нарастающего риска функционирования системы «почва – растение – человек» порождает необходимость учитывать экологический аспект любой хозяйственной деятельности, а также объясняет его приоритет в научных разработках. Важным моментом в этом направлении является предотвращение антропогенного загрязнения земель сельскохозяйственного назначения и получение экологически чистой растениеводческой продукции.

При современных тенденциях развития сельскохозяйственного производства строительство животноводческих комплексов с высокой концентрацией поголовья на ограниченных площадях выдвигает необходимость утилизации отходов животноводства, которые накапливаются в больших объемах. На сегодняшний день в Республике Беларусь функционирует 198 животноводческих комплексов, в том числе 78 комплексов по откорму КРС и 120 свинокомплексов. Общая численность